

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY**

**As rescanning documents *will not* correct  
images, please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP406164013A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06164013 A

TITLE: METHOD FOR HEATING AND JOINING PIEZOELECTRIC BODY AND SUBSTRATE

PUBN-DATE: June 10, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKADA, HIDEKAZU

TANAKA, KATSUHIKO

MOCHIDA, YOICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MURATA MFG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP04336737

APPL-DATE: November 24, 1992

INT-CL (IPC): H01L041/24, H01L021/02

US-CL-CURRENT: 29/25.35

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a method for heating and joining a piezoelectric body and a substrate without any warpage and crack and characteristic deterioration in a joint body even if they are cooled to normal temperatures after they are heated and joined.

CONSTITUTION: The temperature dependency of average expansion coefficients of a piezoelectric body (PZT (1) and PZT (2)) which is heated and joined to Si substrate and the Si substrate from normal temperatures is obtained. In the case of the piezoelectric body PZT (1), the average expansion coefficient from the normal temperatures matches that of the Si substrate from the normal temperatures near 500°C. On the other hand, in the case of the piezoelectric body PZT (2), it approaches the average expansion coefficient of the Si substrate from the normal temperatures near 300°C. When the piezoelectric body PZT (1) is heated and joined to the Si substrate near 500°C and the piezoelectric body PZT (2) is heated and joined near 300°C, the heat shrinkable deformation of the piezoelectric body and that of the Si substrate are nearly equal when they are cooled to the normal temperatures thus preventing warpage and crack of a joined body and

deterioration of characteristics of the piezoelectric body.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-164013

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 01 L 41/24  
21/02

識別記号 庁内整理番号  
C 9274-4M

F I  
H 01 L 41/ 22

技術表示箇所  
Z

審査請求 未請求 請求項の数1(全4頁)

(21)出願番号 特願平4-336737

(22)出願日 平成4年(1992)11月24日

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72)発明者 高田 英一

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72)発明者 田中 克彦

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72)発明者 持田 洋一

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

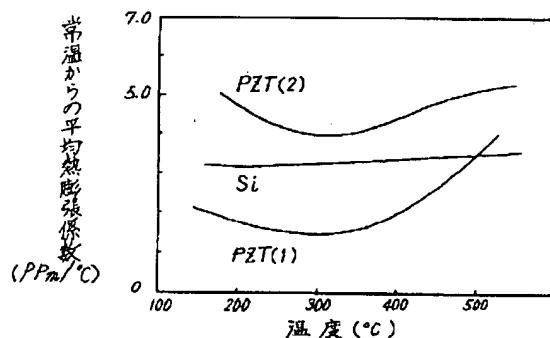
(74)代理人 弁理士 五十嵐 清

(54)【発明の名称】 圧電体と基板の加熱接合方法

(57)【要約】

【目的】 圧電体と基板を加熱接合後、常温に冷却しても接合体に反り割れや特性劣化のない圧電体と基板の加熱接合方法を提供する。

【構成】 Si基板に加熱接合する圧電体 (PZT (1) およびPZT (2)) とSi基板の常温からの平均膨張係数の温度依存性を求める。圧電体PZT (1) の場合には、常温からの平均膨張係数が500 °C附近でSi基板の常温からの平均膨張係数と一致し、圧電体PZT (2) の場合には、300 °C附近でSi基板の常温からの平均膨張係数に近づく。上記データに基づき、圧電体PZT (1) は500 °C附近でSi基板と加熱接合し、圧電体PZT (2) は300 °C附近で加熱接合すると、常温に冷却したとき圧電体とSi基板との熱収縮変形がほぼ同じとなる。これにより接合体の反り割れがなくなり、圧電体の特性劣化を防ぐことができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に圧電体を重ね、加熱して圧電体と基板とを接合する圧電体と基板の加熱接合方法において、接合温度から常温までの基板と圧電体の熱収縮変形が一致又は近くなるように接合温度を設定して圧電体と基板とを加熱接合することを特徴とする圧電体と基板の加熱接合方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロ等のセンサや圧電アクチュエータ等の電気機械相互変換デバイス等に使用される圧電体接合体の製造に関し、特に、圧電体と基板の加熱接合方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図3には、圧電体と基板との従来の加熱接合方法の構成が示されている。図3の(a)の接合方法は一般にガラス接合といわれ、例えば、S*i*基板2の表面に低融点のガラス層3を形成し、このガラス層3上に圧電体1を重ね、圧電体1側から加圧しながら全体を加熱して圧電体1をS*i*基板2に接合するものである。このときの接合温度は400～700℃である。また、図3の(b)に示される接合方法は陽極接合といわれ、例えば、前記ガラス接合方法と同様に、S*i*基板2の表面にガラス層3を形成し、このガラス層3上に圧電体1を重ねる。この圧電体1上に電極4を設け、S*i*基板2と圧電体1間に電圧を印加して静電引力でS*i*基板2とガラス層3の両界面およびガラス層3と圧電体1の両界面を化学結合で接着させるものである。このときの接合温度は300～600℃となる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、圧電体1にはチタン酸ジルコン酸鉛等からなる組成の異なるPZT(1)やPZT(2)等があるが、図2に示されるように、S*i*基板の熱膨張係数に対して圧電体PZT(1)と圧電体PZT(2)の熱膨張係数は大きく異なり、前記ガラス接合方法や陽極接合方法を用いて圧電体1とS*i*基板2を接合する場合に接合温度は300℃以上が必要であるため、この300℃以上の温度から接合体を常温まで冷却させると、前記圧電体1とS*i*基板2との熱膨張係数の相違から圧電体1とS*i*基板2の接合体に応力が生じ、接合体に反り割れが起こる虞がある。反り割れが起こると接合体の特性が劣化する等の問題があった。

## 【0004】本発明は上記課題を解決するためになされ\*

$$\sigma_1 = \epsilon_1 E_1 / (1 - \nu) = (\alpha_1 - \alpha_2) (T_b - T_\infty) E_1 / (1 - \nu)$$

【0012】ここで、 $\epsilon_1$ は圧電体の歪み、 $E_1$ は圧電体のヤング率、 $\nu$ はボアソン比、 $\alpha_1$ は圧電体の熱膨張係数、 $\alpha_2$ はS*i*基板の熱膨張係数、 $T_b$ は接合温度、 $T_\infty$ は常温である。 $T_\infty$ 、 $E_1$ 、 $\nu$ は一定のため、 $T_b$  ≈ 50

2

\*たものであり、その目的は、圧電体と基板とを加熱接合後、常温に冷却しても、接合体に反り割れや特性劣化のない圧電体と基板の加熱接合方法を提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、次のように構成されている。すなわち、本発明は、基板に圧電体を重ね、加熱して圧電体と基板とを接合する圧電体と基板の加熱接合方法において、接合温度から常温までの基板と圧電体の熱収縮変形が一致又は近くなるように接合温度を設定して圧電体と基板とを加熱接合することを特徴として構成されている。

## 【0006】

【作用】圧電体と基板とを加熱接合する際に、圧電体と基板のそれぞれの常温からの平均膨張係数が一致又は近くなる温度を設定し、この設定温度で圧電体と基板とを加熱接合して常温まで冷却する。これにより、圧電体と基板との熱収縮変形を一致又は近づけることができ、接合体の反り割れを防ぐ。これにより、圧電体の特性劣化を防止する。

## 【0007】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、本実施例の説明において、従来例と同一の名称部分には同一符号を付し、その詳細な重複説明は省略する。

【0008】本実施例は、従来例と同様に、基板に圧電体を重ね、加熱して圧電体と基板を接合するもので、本実施例の特徴的なことは、圧電体と基板との接合温度から常温までの熱収縮変形が一致又は近くなるように接合温度を設定し、この接合温度で圧電体1とS*i*基板2とを加熱接合するものである。

【0009】図2には圧電体とS*i*基板との熱膨張係数の温度依存性が示されている。同図において、組成の異なる圧電体PZT(1)とPZT(2)とでは温度によって熱膨張係数が大きく異なり、S*i*基板の熱膨張係数のカーブと全く異なっているが、ある温度範囲では一致する。そして、圧電体のキューリー点附近で熱膨張係数が小さくなり、それ以後、熱膨張係数が大きくなる傾向にある。

【0010】ところで、圧電体1とS*i*基板2とを接合温度 $T_b$ で接合させて常温 $T_\infty$ まで冷却すると、接合体の圧電体1に加わる応力 $\sigma$ は次のように示すことができる。

## 【0011】

※が大きくなり圧電体とS*i*基板との熱膨張係数の差が大きくなると、応力が大きくなることがわかる。これから、圧電体の熱膨張係数とS*i*基板の熱膨張係数の差を小さくすれば、応力は小さくなることがわかる。

【0013】前記のように、圧電体1とSi基板2との熱膨張係数の差を小さくできれば圧電体1に加わる応力 $\sigma$ は小さくなる。ところで、図2に示すように、例えばSi基板2の熱膨張係数と圧電体PZT(1)の熱膨張係数は350°C附近でほぼ一致するが、この温度で両者を接合し、接合体を常温に戻すと、接合温度から常温までの圧電体1とSi基板2の熱収縮变形が大きく異なるため、圧電体1とSi基板2との熱収縮变形に大きな相違を生じ、接合体に加わる応力を小さくすることができない。

【0014】そこで発明者は、圧電体1とSi基板2との常温から接合温度までの平均膨張係数が同程度の場合には、接合温度から常温に戻したときに熱収縮变形が同程度になって接合体に加わる応力が小さくなることに着目し、図1に示す如く、圧電体1とSi基板2との常温からの平均膨張係数を求めてみた。圧電体PZT(1)の常温からの平均膨張係数は500°C附近でSi基板2の平均膨張係数と一致し、圧電体PZT(2)では300°C附近でSi基板2の平均膨張係数に近づいている。

【0015】そこで、前記圧電体1とSi基板2の常温からの平均膨張係数のデータに基づき、圧電体1とSi基板2とを、図3の(b)に示す陽極接合方法で接合して接合体を形成した。Si基板2の表面に低融点のガラス層3を形成し、このガラス層3に前記圧電体1(PZT(1)又はPZT(2))を重ね合わせ、この圧電体1とSi基板2とを陽極接合する。このとき、圧電体PZT(1)の場合には500°C附近的接合温度で接合し、圧電体PZT(2)の場合には300°C附近的接合温度で接合した。

【0016】本実施例によれば、圧電体1とSi基板2との常温からの平均膨張係数が一致するか近くなるような接合温度で圧電体1とSi基板2を接合するので、接合体を常温に冷却したときに、圧電体1とSi基板2の熱収縮变形が一致又は近くなるため接合体の反り割れ等

の不具合がなく、圧電体1へ加わる応力が殆どないので圧電体1の特性劣化を防止することができる。

【0017】なお、本発明は上記実施例に限定されることはなく、様々な実施の態様を探り得る。例えば、上記実施例では、圧電体としてチタン酸ジルコン酸鉛等のPZT系の材料を用いたが、例えば、チタン酸鉛系の材料でもよく、圧電性材料であればその材質を限定しない。

【0018】また、上記実施例では、圧電体とSi基板との接合に陽極接合方法を用いたが、例えば、従来例に示したようにガラス接合方法でもよく、加熱接合方法であればその接合方法は問わない。

【0019】さらに、上記実施例では、圧電体1に接合する基板をSi基板2としたが、この基板は、例えば、セラミック基板でもよく、圧電体1に加熱接合可能な材料であればその材質を問わない。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明は、圧電体と基板との加熱接合に際し、接合温度から常温までの圧電体と基板の熱収縮变形が一致又は近くなるように接合温度を設定して圧電体と基板とを加熱接合するので接合体の反り割れ等の不具合がなく、圧電体へ加わる応力が殆どないので圧電体の特性劣化を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の圧電体とSi基板の常温からの平均膨張係数の温度依存性を示す説明図である。

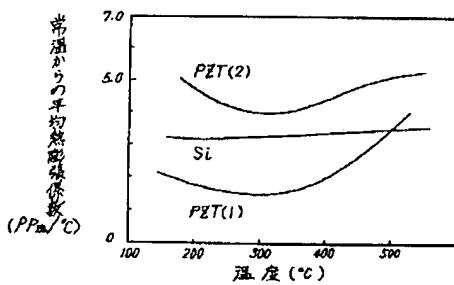
【図2】同圧電体とSi基板の熱膨張係数の温度依存性を示す説明図である。

【図3】圧電体とSi基板との各種接合構成の説明図である。

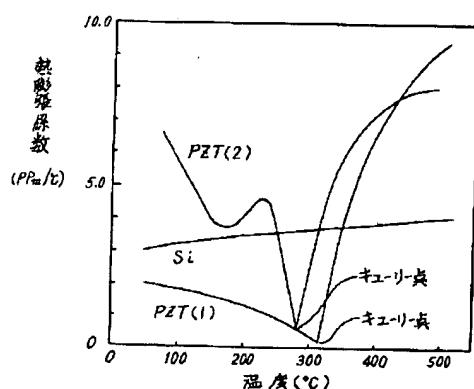
#### 【30】【符号の説明】

- 1 圧電体
- 2 Si基板
- 3 ガラス層
- 4 電極

【図1】

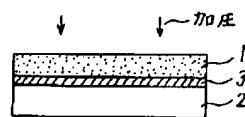


【図2】



【図3】

(a)



(b)

